

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-080809

(43)Date of publication of application : 31.03.1998

(51)Int.Cl.

B23B 51/00

(21)Application number : 08-260339

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND  
CO LTD

(22)Date of filing : 09.09.1996

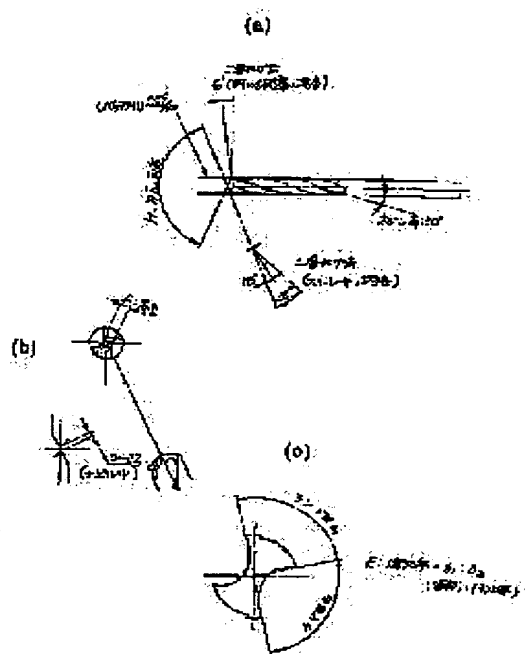
(72)Inventor : FUJIKAKE KIYOSHI  
DEWA KENSAKU

## (54) VIBRATION CUTTING DRILL

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a vibration cutting drill capable of increasing drill life and improving the cutting condition while the chip control is stabilized by vibration cutting.

SOLUTION: In relation to the shape of conventional drills, the ratio of an angle of  $\theta_1$  of the groove part, forming the groove ratio E of a drill, and an angle of the land part  $\theta_2$  is increased to 1.3:1, the web thickness F is decreased to 0.26D in relation to the drill diameter D, and the edge angle G is enlarged to 140 degrees. Thus, compared to conventional drills, the chip control is stabilized, tool wear is improved, and the tool life is increased. Because of the optimum shape of the drill, the cutting conditions are improved and the cutting speed can be increased to 1.4 times conventional cutting speed, the feed speed of cutting can be increased to 3 to 4 times conventional feed speed of cutting, and the number of steps can be reduced to 1/3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-80809

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 2 3 B 51/00

識別記号

庁内整理番号

F I

B 2 3 B 51/00

技術表示箇所

S

L

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-260339

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月9日

(71) 出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社

東京都千代田区大手町2丁目2番1号

(72) 発明者 藤懸 清

東京都田無市向台町三丁目5番1号 石川

島播磨重工業株式会社田無工場内

(72) 発明者 出羽 健作

東京都田無市向台町三丁目5番1号 石川

島播磨重工業株式会社田無工場内

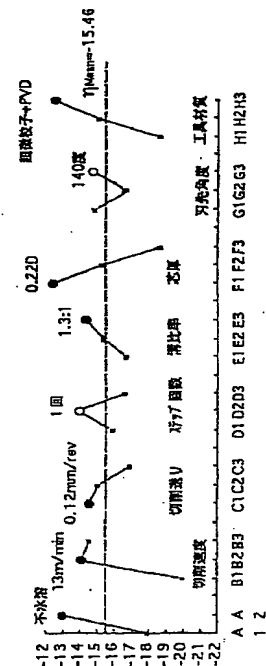
(74) 代理人 弁理士 原田 卓治 (外1名)

(54) 【発明の名称】 振動切削用ドリル

(57) 【要約】

【課題】 振動切削により切り屑処理の安定化を図りつつ、ドリル寿命の増大や切削条件の向上を図ることができる振動切削用ドリルを提供すること。

【解決手段】 これまでのドリルの形状に対してドリルの溝比率を構成する溝部の角度とランド部の角度を1.3:1と大きくするとともに、芯厚をドリル径Dに対して0.26Dと小さくし、刃先角度を140度と大きくする。これにより、従来のドリルに比べて切り屑処理が安定し、工具摩耗も改善され、寿命も増大する。このドリルの最適形状により切削条件も向上し、切削速度を従来の1.4倍に、切削送り速度を従来の3~4倍に、ステップ回数を従来の1/3にすることができるようになる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】工具に微小振動を与えた状態で穴あけ加工する振動切削用ドリルであって、ドリルの溝比率を構成する溝部の角度とランド部の角度をランド部より溝部を大きくするとともに、芯厚をドリル径Dに対して0.26Dより小さくし、刃先角度を135度より大きくしたことを特徴とする振動切削用ドリル。

【請求項2】前記ドリルの溝比率の溝部とランド部を1.3:1.0とし、前記芯厚をドリル径Dに対して0.22Dとし、前記刃先角度を140度としたことを

特徴とする請求項1記載の振動切削用ドリル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、振動切削用ドリルに関し、最適ドリル形状を見出だすことで切削加工効率の向上や寿命増大などを図るようにしたものである。

【0002】

【従来の技術】切削加工の一つであるドリルによる穴あけ加工では、加工にともなって発生する切り屑の処理が加工精度やドリルの寿命、切削効率などに影響を与え

る。

【0003】長く伸びる切り屑は、ドリルに巻き付いて連続した穴あけができなくなったり、穴内面を傷つけるなどの障害を発生しやすい。

【0004】逆に細かいせん断切り屑は、穴内につまり易く、ドリルのトルク増大を招き、ドリルの折損にまでいたることがある。

【0005】このため、ボール盤やマシニングセンタなどでNC制御される加工機では、NCプログラムを利用し、切削送りを複数に分割するステップ加工を行っている。

【0006】このNCプログラムによるステップ加工でもドリルのねじれた溝などに巻き付くことがあり、作業者が介在しなければならない場合がある。

【0007】そこで、このような切り屑処理を安定して行う方法として、ドリルに外部の振動源からの強制振動や切削加工時のドリル先端を振動源とした自励振動を与え、微小ステップを与えた状態として穴あけ加工を行うことが行われつつある。

【0008】この振動切削装置の一例は、図3に示すように、主軸に取付けられるシャンク1を備えた本体2にスラスト方向及びラジアル方向にわずかな隙間を介して同心上に精密特殊カムを備えた複合振動機構3が設けられ、この複合振動機構3の先端部に精密コレットチャック4が設けられてドリル5を取付けるようになっている。

【0009】このような構成により、ドリル5の切削抵抗により複合振動機構3内のばね6とボール7が振動するとともに、精密特殊カムによって複合振動をドリル5に与えながら穴あけ加工を行うようになっている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】このような振動切削装置を用いることで切り屑処理の安定化を図ることができるものの、穴が深くなると、切削油剤が先端まで届かず、切り屑の残留が生じてドリルに接触し、ピッチングや折損が発生してドリルの寿命が短くなるなど、一層の切削条件の向上やドリルの寿命増大を図ろうとすると、従来から使用されているドリルの形状が必ずしも最適ではないのではないかという疑問が生じ、特に高硬度材や高強度材などの難削材用のドリルについては必ずしも最適形状や最適な切削条件が明確になっていないという問題がある。

【0011】この発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、振動切削により切り屑処理の安定化を図りつつ、ドリル寿命の増大や切削条件の向上を図ることができる振動切削用ドリルを提供しようとするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】そこで、上記課題を解決するため従来から使用されているドリルの形状を基準として最適形状を見出だすべく品質工学的手法を用い、基礎実験の後、パラメータを設定して実験を行いドリルの最適形状および切削の最適条件を求めるとともに、その確認試験を行った結果、この発明の請求項1記載の振動切削用ドリルの具体的な構成は、工具に微小振動を与えた状態で穴あけ加工する振動切削用ドリルであって、ドリルの溝比率を構成する溝部の角度とランド部の角度をランド部より溝部を大きくするとともに、芯厚をドリル径Dに対して0.26Dより小さくし、刃先角度を135度より大きくしたことを特徴とするものである。

【0013】この振動切削用ドリルによれば、これまでのドリルの形状に対してドリルの溝比率を構成する溝部の角度とランド部の角度をランド部より溝部を大きくするとともに、芯厚をドリル径Dに対して0.26Dより小さくし、刃先角度を135度より大きくするようにしており、従来のドリルに比べて切り屑処理が安定し、工具摩耗も改善され、寿命も増大するようになった。

【0014】また、この発明の請求項2記載の振動切削用ドリルは、請求項1記載の構成に加え、前記ドリルの溝比率の溝部とランド部を1.3:1.0とし、前記芯厚をドリル径Dに対して0.22Dとし、前記刃先角度を140度としたことを特徴とするものである。

【0015】この振動切削用ドリルによれば、従来のドリル形状に対してドリルの溝比率の溝部とランド部を1.3:1.0とし、前記芯厚をドリル径Dに対して0.22Dとし、前記刃先角度を140度とするようにしており、実験結果に基づく最適形状となり従来のドリルに比べて一層、切り屑処理が安定し、工具摩耗も改善され、寿命も増大するようになる。

【0016】このドリルの最適形状により切削条件も向上し、切削速度を従来の1.4倍に、切削送り速度を従

来の3～4倍に、ステップ回数を従来の1/3にすることができるようになった。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、この発明の振動切削用ドリルの一実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。

【0018】この発明の振動切削用のドリルは、従来から使用されているドリルの形状を基準として最適形状を見出だすべく品質工学的手法である田口メソッドを用い、基礎実験の後、パラメータを設定して実験を行いドリルの最適形状および切削の最適条件を求めるとともに、その確認試験を行った結果から定めたものであることから、最適形状を求めた過程について説明する。

\*【0019】まず、現状の工具性能を確認するために基礎試験を行った結果から、切削条件について性能の変化が出ると予想された表1に示すA～Dの4つの制御因子に対してAについては2つ、B～Dについてはそれぞれ3つのパラメータ（第1水準～第3水準）を選定するとともに、図1に代表的なドリル各部の名称を示すように、ドリルの形状を定める種々の要素のうちから次の1～5の5つを前提条件として一定の値を定める一方、性能の変化が出ると予想された表1に示すE～Hの4つの制御因子についてそれぞれ第1水準から第3水準の3つのパラメータを設定した。

\*【0020】

前提条件

1. ネジレ角度 ; 30度
2. ホーニング量 ; 0.06×-20度
3. チーゼル幅 ; 0～0.2
4. バックテーパ ; 0.04～0.1/100
5. 二番にげ角 ; 10度×20度（スリーレーキの場合）  
6度（円すい研磨の場合）

【0021】

※20※【表1】

| 制御因子                 | 水準 | 1  | 2  | 3  |
|----------------------|----|--|--|--|
| A. 切削油剤              |    | 水溶性<br>(EC-5)                                | 不水溶性<br>(GS-3)                               |  |
| ※ B. 切削速度 $V=m/min$  |    | 11   | 13   | 15   |
| ※ C. 切削送り $f=mm/rev$ |    | $V=11-0.105$<br>$V=13-0.120$<br>$V=15-0.150$ | $V=11-0.070$<br>$V=13-0.080$<br>$V=15-0.100$ | $V=11-0.044$<br>$V=13-0.050$<br>$V=15-0.063$ |
| D. ステップ回数            |    | 0  | 1  | 2  |
| E. 溝比率               |    | 1:1  | 0.8:1  | 1.3:1  |
| F. 芯厚                |    | 0.22D<br>(1.37)                              | 0.26D<br>(1.56)                              | 0.34D<br>(2.04)                              |
| G. 刃先角度              |    | 120度   | 130度   | 140度   |
| H. 工具材質              |    | K10, K20                                     | K10, K20+PVD                                 | 超微粒子+PDY                                     |

【0022】なお、切削速度と切削送り量は、互いに関連するので、表1に示すように、切削速度に応じてそれぞれ3つの切削送り量とした。

【0023】さらに、ドリルの最適形状を選定するため上記8つの制御因子のほか、信号因子として切削深さについて3種類のパラメータ；1D、2D、3D（Dはドリル径）を選定し、さらに誤差因子として2種類の被削材；SUS304、Inconel 718を選定した。

【0024】このような切削条件およびドリル形状の8つの制御因子、3つの信号因子、2つの誤差因子を組み

合わせて実験を行うが、最適ドリル形状を選定するためのドリル形状の4つの制御因子のそれぞれ3つのパラメータは表2に示す18通りになる。

【0025】したがって、実験用のドリルとして表2に示す18種類の形状の異なるドリルを用意するとともに、他のパラメータの組み合わせに対応してそれぞれ6本ずつ用意した。

【0026】

【表2】

| No. | 濃比率 E   | 心厚 F | 刃先角度 G | ドリル材質 H      |
|-----|---------|------|--------|--------------|
| 1   | 1.0;1.0 | 0.22 | 120    | K10, K20     |
| 2   | 0.8;1.0 | 0.26 | 130    | K10, K20+PVD |
| 3   | 1.3;1.0 | 0.34 | 140    | 超微粒子+PVD     |
| 4   | 0.8;1.0 | 0.26 | 140    | 超微粒子+PVD     |
| 5   | 1.3;1.0 | 0.34 | 120    | K10, K20     |
| 6   | 1.0;1.0 | 0.22 | 130    | K10, K20+PVD |
| 7   | 1.0;1.0 | 0.34 | 140    | K10, K20+PVD |
| 8   | 0.8;1.0 | 0.22 | 120    | 超微粒子+PVD     |
| 9   | 1.3;1.0 | 0.26 | 130    | K10, K20     |
| 10  | 1.3;1.0 | 0.26 | 120    | K10, K20+PVD |
| 11  | 1.0;1.0 | 0.34 | 130    | 超微粒子+PVD     |
| 12  | 0.8;1.0 | 0.22 | 140    | K10, K20     |
| 13  | 1.3;1.0 | 0.22 | 130    | 超微粒子+PVD     |
| 14  | 1.0;1.0 | 0.26 | 140    | K10, K20     |
| 15  | 0.8;1.0 | 0.34 | 120    | K10, K20+PVD |
| 16  | 0.8;1.0 | 0.34 | 130    | K10, K20     |
| 17  | 1.3;1.0 | 0.22 | 140    | K10, K20+PVD |
| 18  | 1.0;1.0 | 0.26 | 120    | 超微粒子+PVD     |

【0027】さらに、全体の実験の制御因子など各因子のパラメータの組み合わせは、2つの誤差因子としての各被削材についてそれぞれ54通りであり、合計では1

08通りになる（表3および表4参照）。  
【0028】このような種々の条件により穴あけ加工を行ったのち、穴寸法、面粗さ、工具（ドリル）の摩耗量について測定して評価した。

【0029】以上のような実験条件で穴あけ加工を行っ

た結果を表3及び表4にそれぞれ示す。

【0030】表3は被削材としてSUS304を用いた場合であり、表4は被削材としてInconel 718を用いた場合であってそれぞれの実験結果を穴あけ加工ができた場合を○で表示し、ドリルの折損などで穴あけ加工ができなかった場合を×で表示してある。

【0031】

【表3】

【表 4】

| 切頭<br>原形<br>寸法 | 切頭<br>寸法 | 切造    | S&P<br>回型 | 減<br>比型 | 芯厚<br>φ         | 刃長<br>φ | 工具材質    | 切削<br>速度<br>m/min | 加工<br>位置    | 備 考 |
|----------------|----------|-------|-----------|---------|-----------------|---------|---------|-------------------|-------------|-----|
| 1              | 11       | 0.105 | 0         | 1:1     | 0.220<br>(1.32) | 120     | K20     | X1 3 D            | 1 2 3 4 5 6 |     |
| 2              |          |       |           |         |                 |         |         | X1 3 D            | X           |     |
| 3              |          | 0.120 | 1         | 0.8:1   | 0.260<br>(1.56) | 130     | K20+PVD | X1 3 D            | X           |     |
| 4              |          | 0.130 | 2         | 1.3:1   | 0.340<br>(2.04) | 140     | 超微+PVD  | X1 3 D            | X           |     |
| 5              | 13       | 0.070 | 0         | 1:1     | 0.260<br>(1.56) | 140     | 超微+PVD  | X1 3 D            | 1 2 3 4 5 6 |     |
| 6              |          | 0.080 | 1         | 1:1     | 0.340<br>(2.04) | 120     | K20     | X1 3 D            | X           |     |
| 7              |          | 0.100 | 2         | 0.8:1   | 0.320<br>(1.92) | 130     | K20+PVD | X1 3 D            | X           |     |
| 8              | 15       | 0.044 | 1         | 1:1     | 0.340<br>(2.04) | 140     | K20+PVD | X1 3 D            | 1 2 3 4 5 6 |     |
| 9              |          | 0.050 | 2         | 0.8:1   | 0.320<br>(1.92) | 120     | 超微+PVD  | X1 3 D            | X           |     |
| 10             |          | 0.063 | 0         | 1.3:1   | 0.260<br>(1.56) | 130     | K20     | X1 3 D            | X           |     |
| 11             | 11       | 0.105 | 2         | 1.3:1   | 0.260<br>(1.56) | 120     | K20+PVD | X1 3 D            | 1 2 3 4 5 6 |     |
| 12             |          | 0.120 | 0         | 1:1     | 0.340<br>(2.04) | 130     | 超微+PVD  | X1 3 D            | X           |     |
| 13             |          | 0.150 | 1         | 0.8:1   | 0.220<br>(1.32) | 140     | K20     | X1 3 D            | X           |     |
| 14             | 13       | 0.070 | 1         | 1.3:1   | 0.220<br>(1.32) | 130     | 超微+PVD  | X1 3 D            | 1 2 3 4 5 6 |     |
| 15             |          | 0.080 | 2         | 1:1     | 0.260<br>(1.56) | 140     | K20     | X1 3 D            | X           |     |
| 16             |          | 0.100 | 0         | 0.8:1   | 0.340<br>(2.04) | 110     | K20+PVD | X1 3 D            | 1 2 3 4 5 6 |     |
| 17             | 15       | 0.044 | 2         | 0.8:1   | 0.340<br>(2.04) | 130     | K20     | X1 3 D            | 1 2 3 4 5 6 |     |
| 18             |          | 0.050 | 0         | 1.3:1   | 0.220<br>(1.32) | 140     | K20+PVD | X1 3 D            | X           |     |
| 19             |          | 0.063 | 1         | 1:1     | 0.260<br>(1.56) | 110     | 超微+PVD  | X1 3 D            | X           |     |

【0033】これら表3、4から明らかなように、SU S304については、異なる実験条件54個のうち穴があいたのは○で表した14個の場合であり、Inconel718については、同様に実験個数54個のうち、穴のあいたのは○で表した20個の場合である。

【0034】そこで、穴のあいたそれぞれの場合について、穴寸法、面粗さ、工具（ドリル）の摩耗量について測定したところ、SUS304については、表3中のNo.13～6の場合が穴寸法、面粗さ、工具（ドリル）の摩耗量のいずれも一番良く、Inconel 718につい

では表4中のNo.17-2の場合が穴寸法、面粗さ、工具(ドリル)の摩耗量のいずれも一番良かった。

【0035】このような実験結果に基づいて、表2に示したドリルの形状にかかわる制御因子の18通りの組み合わせについて、2種類の被削材ごとのデータY1、Y2を表5に示すとともに、これらY1、Y2から各制御因子の異なる組合せ1～18についてのS/N比： $\eta$ を次式にしたがって求めて同表に示した。

【0036】S/N比： $\eta = -10 \log(V_r)$   
 ここで、 $V_r = (Y_1^2 + Y_2^2) / 2$



【0037】

\* \* 【表5】

|    | Y 1 | Y 2 | $\eta$ |
|----|-----|-----|--------|
| 1  | 8   | 10  | -19.14 |
| 2  | 8   | 7   | -17.52 |
| 3  | 10  | 10  | -20.00 |
| 4  | 4   | 5   | -13.12 |
| 5  | 10  | 10  | -20.00 |
| 6  | 10  | 8   | -19.14 |
| 7  | 4   | 10  | -17.53 |
| 8  | 4   | 10  | -17.53 |
| 9  | 0   | 10  | -16.99 |
| 10 | 10  | 10  | -20.00 |
| 11 | 10  | 10  | -20.00 |
| 12 | 4   | 2   | -10.00 |
| 13 | 2   | 0   | -3.01  |
| 14 | 4   | 0   | -9.03  |
| 15 | 10  | 10  | -20.00 |
| 16 | 5   | 5   | -13.98 |
| 17 | 2   | 2   | -6.02  |
| 18 | 4   | 7   | -15.12 |

Y 1 : Inconel718

Y 2 : SUS304

$$V_r = (Y_1^2 + Y_2^2) / 2$$

$$S/N \text{ 比 } \eta = -10 \log_{10} (V_r)$$

【0038】なお、この表5に示した点数(0~10)は、表6に示したように、6mm径のドリルで深さ6mm(1D)、深さ18mm(3D)、深さ30mm(5D)のそれぞれの穴加工を行った結果において、2~5穴が成功した場合を○と、1穴のみが成功した場合を△と、1※30

※穴も成功しない場合を×とそれぞれ判定し、これらの判定の組み合わせでそれぞれのY1及びY2の値を定めたものである。

【0039】

【表6】

| 点数 | 深さ<br>6mm | 判定 | 深さ<br>18mm | 判定 | 深さ<br>30mm | 判定 |
|----|-----------|----|------------|----|------------|----|
| 0  | 1D        | ×  | 3D         | ×  | 5D         | ×  |
| 2  | 1D        | △  | 3D         | ×  | 5D         | ×  |
| 3  | 1D        | ○  | 3D         | ×  | 5D         | ×  |
| 5  | 1D        | ○  | 3D         | △  | 5D         | ×  |
| 6  | 1D        | ○  | 3D         | ○  | 5D         | ×  |
| 8  | 1D        | ○  | 3D         | ○  | 5D         | △  |
| 10 | 1D        | ○  | 3D         | ○  | 5D         | ○  |

○: 2~5穴成功

△: 1穴のみ成功

×: 1穴も成功せず

【0040】また、同様にして表1に示したA~Hの各制御因子のそれぞれのS/N比について求めたものが表7である。

【0041】

【表7】

13

|   | 1      | 2      | 3      |
|---|--------|--------|--------|
| A | -17.91 | -13.02 | -      |
| B | -19.96 | -14.05 | -14.56 |
| C | -14.48 | -15.03 | -16.87 |
| D | -15.87 | -13.88 | -16.63 |
| E | -16.67 | -15.37 | -14.33 |
| F | -12.50 | -15.23 | -18.60 |
| G | -14.85 | -16.73 | -14.81 |
| H | -18.65 | -15.11 | -12.63 |

【0042】この表7に記載したS/N比 $\eta$ は、一般の品質工学におけるデータ処理に基づいて求められたもので、信号Mに対する出力yのデータ(M1, M2, ..., y1, y2, ...)の中の有用部分と、ノイズ部分とに分けるためにデータを2乗として分解する全2乗和を求める一方、ゼロ点比例式 $y = \beta M + e$ を用い、比例式の係数 $\beta$ 、比例式の誤差e、比例式の係数の推定値 $\hat{\beta}$ を比例式の誤差の2乗和Seが最小になる条件をさがして求める。\*

$$\begin{aligned} \text{利得 } \eta \text{ Gain} &= (\eta_{\text{optimum}}) - (\eta_{\text{initial}}) \\ &= (-10 \log(V_{\text{optimum}})) - (-10 \log(V_{\text{initial}})) \\ &= 10 \log(V_{\text{initial}}/V_{\text{optimum}}) \\ &= 14.62 \end{aligned}$$

さらに、バラツキ( $\sigma_{\text{initial}}/\sigma_{\text{optimum}}$ )について次 ※39となる。

式にしたがって求めると、 $\sigma_{\text{initial}}/\sigma_{\text{optimum}} = 5$ 。 ※【0047】

$$\begin{aligned} \text{バラツキ } \sigma_{\text{initial}}/\sigma_{\text{optimum}} &= (V_{\text{initial}}/V_{\text{optimum}})^{1/2} \\ &= (10^{14.62/10})^{1/2} \\ &= 5.39 \end{aligned}$$

さらに、この表7の結果をグラフに示したものが図2である。

【0048】これら表7および図2から明らかなように、被削材SUS304およびInconel 718材の★

|         |                  |           |
|---------|------------------|-----------|
| E. 溝比率  | ; 1.3 : 1        | (0.8 : 1) |
| F. 芯厚   | ; 0.22 D         | (0.26 D)  |
| G. 刃先角度 | ; 140度           | (135度)    |
| H. 工具材質 | ; 超微粒子+PVDコーティング | (超微粒子)    |

なお、( )内に示した値は現状のドリル形状の値である。

【0050】さらに、切削条件について被削材SUS3☆

|               |        |             |
|---------------|--------|-------------|
| A. 切削油剤       | ; 不水溶性 |             |
| B. 切削速度m/min  | ; 13   | (8~10)      |
| C. 切削送りmm/rev | ; 0.12 | (0.03~0.04) |
| D. ステップ回数     | ; 1    | (3~4)       |

なお、( )内に示した値は現状の切削(穴あけ)条件の値である。

【0052】以上のような最適切削条件A~Dおよび最適ドリル形状E~Hによる振動切削(穴あけ)によれば、切り屑処理が安定し、工具摩耗も改善され、ドリルの寿命を向上することができた。

【0053】また、加工条件では、切削速度を1.4倍に、切削送り量を3~4倍に、ステップ回数を1/3に

14

\*そして、このSeの平均Ve(誤差分散: $\sigma^2$ の推定値)を求める。

【0043】これらの値から、S/N比 $\eta$ は $\beta^2$ と $\sigma^2$ の比として求めることができる。

【0044】この表7から、各制御因子A~H及び水準1~3の組合せによる全体のS/N比の平均は: $\eta_{\text{mean}} = -15.46$ であり、最適条件である制御因子はA2, B2, C1, E3, F1, H3-5XTの組合せの場合であり、この場合のS/N比は最小S/N比となり、その値は: $\eta_{\text{optimum}} = -3.69$ と最小となり、初期条件である制御因子はA2, B1, C3, E2, F2, H2-5XTの組合せの場合であり、この場合のS/N比が初期S/N比で、その値は: $\eta_{\text{initial}} = -18.32$ である。

【0045】したがって、利得 $\eta$  Gainは、次式で求められるように、14.62となる。

【0046】

10

★いずれについても制御因子E~Hのそれぞれの最適ドリル形状としての値は次の通りであることが分かった。

30 【0049】最適ドリル形状について

☆04およびInconel 718材のいずれについても、その最適値は次の通りである。

【0051】最適切削条件について

削減することができた。

【0054】特に、ドリル形状については、長い間の経験と勘によって形状が選定されていたようなところがあり、振動切削用ドリルについては通常のドリルと同一のものが使用されていたが、この最適形状のドリルを用い、最適切削条件での穴あけ加工を行うことで、一層の切り屑処理の安定化を図り、工具摩耗も改善され、ドリルの寿命を向上することができる。

50

【0055】なお、この振動切削用ドリルとしては、上記最適条件の場合が最も特性が良いのは勿論であるが、現状のドリル形状や切削条件に比べ、ドリルの溝比率を構成する溝部の角度とランド部の角度をランド部より溝部を大きくするとともに、芯厚をドリル径Dに対して0.26Dより小さくし、刃先角度を135度より大きくするようにすれば、振動切削用ドリルの性能向上を図ることができる。

【0056】また、上記実施の形態では、直径が6mmのドリルの場合で説明したが、ほぼ同一の切削条件となる3～8mmのドリルにも同様に適用することができる。

【0057】

【発明の効果】以上、一実施の形態とともに具体的に説明したようにこの発明の請求項1記載の振動切削用ドリルによれば、これまでのドリルの形状に対してドリルの溝比率を構成する溝部の角度とランド部の角度をランド部より溝部を大きくするとともに、芯厚をドリル径Dに対して0.26Dより小さくし、刃先角度を135度より大きくするようにしたので、従来のドリルに比べて切り屑処理が安定し、工具摩耗も改善され、寿命も増大することができる。

【0058】また、この発明の請求項2記載の振動切削用ドリルによれば、従来のドリル形状に対してドリルの溝比率の溝部とランド部を1.3:1.0とし、前記芯厚をドリル径Dに対して0.22Dとし、前記刃先角度\*

\*を140度とするようにしたので、振動切削用ドリルが実験結果に基づく最適形状となり従来のドリルに比べて一層、切り屑処理が安定し、工具摩耗も改善され、寿命も増大する。

【0059】この振動切削用ドリルの最適形状により切削条件も向上し、切削速度を従来の1.4倍に、切削送り速度を従来の3～4倍に、ステップ回数を従来の1/3にすることができるようになった。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の振動切削用ドリルの一実施の形態にかかるドリル各部の名称および制御因子とした部分の説明図である。

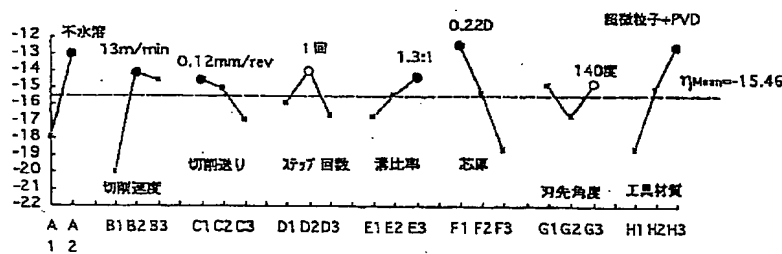
【図2】この発明の振動切削用ドリルの一実施の形態にかかる実験に用いた各制御因子に対するS/N比を示す説明図である。

【図3】この発明の振動切削用ドリルが使用される振動切削装置の説明図である。

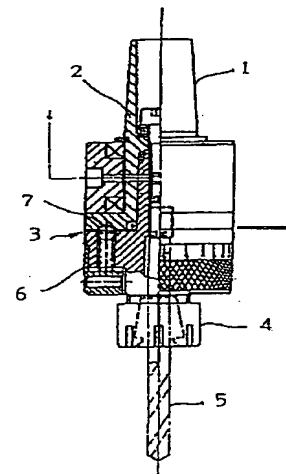
【符号の説明】

- A 切削油剤
- B 切削速度
- C 切削送り
- D ステップ回数
- E 溝比率
- F 芯厚
- G 刃先角度
- H 工具材質

【図2】

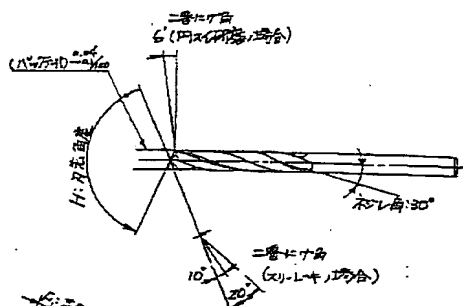


【図3】

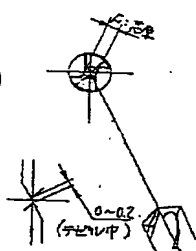


【圖 1】

(a)



(b)



(c)

